وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة المستنصرية

مختبر ثرمو

2.000

علوم الجو

المرحلة الثانية

مع تحيات ...

مكتب البيت الهندسي للطباعة والاستنساخ

مجاور الباب الرئيسي للجامعة المستنصرية

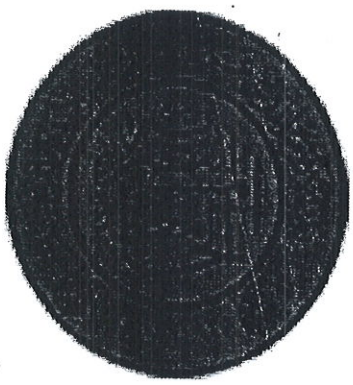
طباعة ـ استنساخ ـ سحب ليزري ملون ـ صور سريعة للمعاملات ـ كبس هويات ـ سبايرول ـ قرطاسية ـ انترنت

shhzhamid@yahoo.com
07901782126

salamsuuny@yahoo.com
07901314371

2013 - 2014

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية - كلية العلوم
قـــــسم عـــــلوم الـــــجو



(ملزمة مادة الثرموداينمـــــك)

(Thermodynamics Laboratory)

الـــــمختبر العمـــلي

للـــمرحلة الثانيـــة

أعداد

م.م محمد متعب جاسم
م.م سامر قاسم المعموري
م.م نغم عباس محمد
الفيزياوية ياسمين قصي

بأشراف

أ.د منعم حكيم خلف الجبوري
أ.م.د بدور ياسين العامري

2013-2012

فهرست بأسماء تجارب

مختبر الثرموداينمكس

رقم التجربة	أسم التجربة	رقم الصفحة
	الفصل الأول	
	مقدمة عن مخطط الذاتيات	1-2
1	درجة الحرارة الجهدية	3-4
2	تحديد مستوى التكاثف الرفعي	5-6
3	تحديد مستوى الحمل الحر	7-8
4	تعيين معامل التمدد الطولي لمعدن	9-10
5	قياس السعة الحرارية النوعية بطريقة الخلط وباستعمال المسعر	11-12
6	العلاقة بين الشغل الكهربائي والحرارة (مكافئ جول)	13-15
7	تدريج المزدوجة الكهروحرارية وأستعمالها كثرموميتر	16-18
8	الأشعاع الحراري أ- تحقيق قانون التربيع العكسي ب- تعيين معامل الأمتصاص وقوة النفاذية .	19-21
	الفصل الثاني	
9	تحقيق قانون ستيفان – بولتزمان	22-24
10	تعيين الحرارة النوعية للماء بطريقة مسعر الجريان المستمر لكالندر و بارنز	25-26
11	معامل التمدد الظاهري (β) للماء	27-28
12	تدريج المقاومة لقياس درجة الحرارة	29-30
13	أيجاد معامل التوصيل الحراري لجسم ردئ التوصيل للحرارة بطريقة قرص لي (Lee disk)	31-33

مخطط الذاتيات Adiabatic Diagram (Tephigram)

المقدمـــــــــــــــة

مخطط الذاتيات : هو أداة لرسم معلومات درجات الحرارة ودرجات الندى المقاسة من جهاز الراديوسوند ، يتميز المخطط الثرموداينميكي بقلة المنحنيات وسهولة استخدامه ويتكون من خمسة خطوط اساسية هي :

1- تغيرات درجات الحرارة على المحور X ومنها رسمت خطوط تساوي درجات الحرارة العمودية بفترات متساوية خطياً .

2- تغيرات الضغط الجوي على المحور Y متمثلة بالعلاقة $P^{0.286}$ ، ومن قيم الضغط رسمت خطوط تساوي الضغط أفقياً .

3- الخطوط الأديباتيكية الجافة (dry adiabatic lines) المائلة من اليمين الى اليسار تبدو كأنها مشعة من اليمين الى اليسار من نقطة درجة حرارتها ($0\ c^{\circ}$) وضغطها (0 mb) وهي خطوط تساوي درجات الحرارة الجهدية وسميت بالجافة لأنها تمثل التغير الذي يحدث في درجة حرارة عينة هوائية جافة (غير مشبعة) نتيجة عملية تمدد أو تقلص أديباتيكية ، هذه العملية مهمة لأن معظم العمليات التي تحدث في طبقات الجو العليا هي أديباتيكية تقريباً .

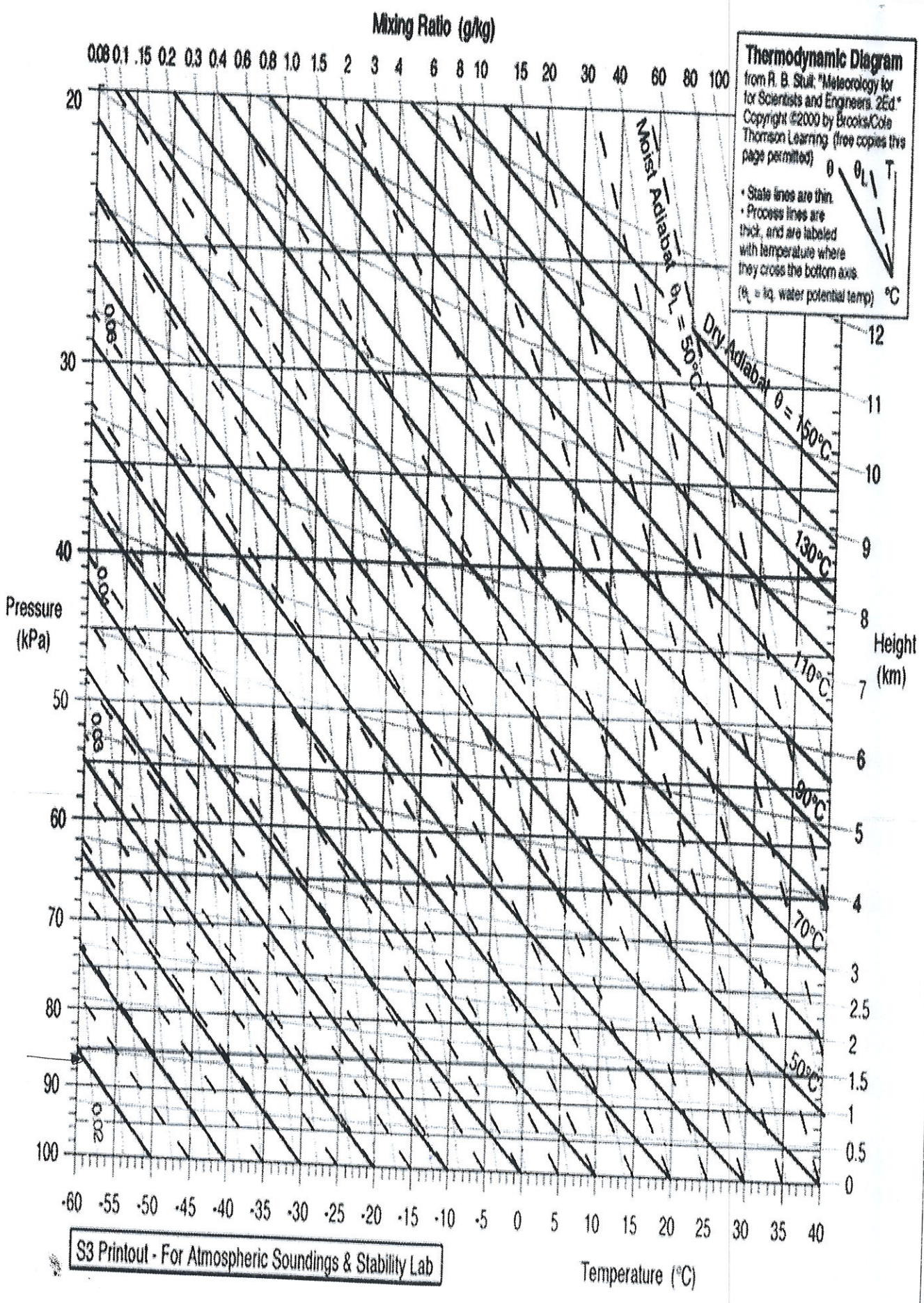
4- الخطوط الأديباتيكية المشبعة (Saturation adiabatic lines) المتقطعة المائلة وهي تمثل خطوط تساوي درجات الحرارة الجهدية المكافئة ،وان القيم الموجودة في نهاية الخطوط تمثل درجة حرارة البصلة الرطبة الجهدية .

5- خطوط نسبة الخلط المشبعة المنقطة التي تمثل كمية بخار الماء بالغرامات لكل من الهواء الجاف .

يوجد في الجهة اليمنى من المخطط مقياس خطي تقريباً للأرتفاعات القياسية للغلاف الجوي بوحدات الكيلومترات الجهدية .

يستخدم مخطط الذاتيات لحساب متغيرات انوائية غير مقاسة مثل درجات الحرارة الجهدية والرطوبة النسبية وكمية بخار الماء وغيرها من قيم متغيرات أنوائية أساسية مقاسة مثل درجة الحرارة ودرجة حرارة الندى بواسطة الراديوسوند وكذلك يستخدم في تحديد نوعية الغيوم وسمكها والتنبؤ عن الهطول والعواصف الرعدية وغيرها .

ولأجل أجراء تجارب هذا المخطط يحتاج الى أن تحضر هذا المخطط فارغاً لكل تجربة .



شكل يمثل مخطط الذاتيات (Tephigram)

تجربة (1) درجة الحرارة الجهدية

(Potential temperature)

الهدف من التجربة :

أستخدام مخطط الذاتيات في التنبؤ عن درجات الحرارة الجهدية عمودياً لبعض محطات الرصد .

الجزء النظرى :

درجة الحرارة الجهدية (θ) (potential temperature) لأي مستوى ضغطي تعرف على أنها درجة حرارة عينة هوائية جافة عند جلبها أديباتيكياً الى المستوى الضغطي القياسي mb (1000) ورياضياً تعطى بالعلاقة التالية :

$$\theta = T * \left(\frac{1000}{P}\right)^{0.286} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث أن T : درجة حرارة العينة عند المستوى الضغطي P .

تبقى θ ثابتة أثناء صعودها أو نزولها في الغلاف الجوي طالما العينة الغير مشبعة تحت ظروف العملية الاديباتيكية

الجافة لذلك فأن جميع المنحنيات الأديباتيكية الجافة هي خطوط تساوي درجات الحرارة الجهدية الثابتة ولكن θ تتغير عند الارتفاعات الأعلى من 1000m تقريباً لخضوعها للعملية الأديباتيكية المشبعة . وأخيراً تظهر أهمية θ **عند التعرف على الكتل الهوائية المختلفة كونها تبقى ثابتة تحت تاثير التقلص والتمدد .**

طريقة العمل :

1- حضر معلومات درجات الحرارة لكل مستوى ضغطي كما هي مبينة في الجدول رقم (1) .

2- مستخدماً قلم الرصاص ثبت قيمة درجة الحرارة الأولى عند المستوى الضغطي على مخطط الذاتيات .

3- أذا وقعت نقطة قيمة درجة الحرارة على أحد خطوط الذاتيات أو بين خطين أنزل معهم أو موازياً إلى أن يقطع المستوى الضغطي القياسي 1000 mb.

4- عين درجة الحرارة الجهدية لهذا المستوى الضغطي (θ_p) من خلال مرور احد خطوط درجات الحرارة العمودية محولاً وحداتها إلى الكلفن (K) وذلك بإضافة (273.2) .

5- أحسب (θ_p) من خلال تطبيق معادلة (1) لنفس درجة الحرارة في الخطوة الثانية ايضاً محولاً وحداتها إلى الكلفن (K).

6- اعد الخطوات السابقة الى بقية المستويات الضغطية مدوناً نتائجك في الجدول رقم (1) التالي :

P(mb)		974	952	927	902	874	849	826	810	746	712	612
T(c°)		7.4	5.5	5.2	3.5	0.3	-2.8	-4.4	-6.3	-7.7	-9.7	-10.6
θ (K)	بيانياً											
	رياضياً											
$\bar{\theta}$												
نسبة الخطأ لـ θ												

جدول رقم (1) حساب درجة الحرارة الجهدية بطريقتين بيانياً وبتطبيق المعادلة رقم (1) .

المناقشة :

س1: قارن بين قيم θ لكل مستوى ضغطي المحسوبة بيانياً ومن المعادلة رقم (1) اي رياضياً ؟

س2: احسب نسبة الخطأ في س1 ؟

س3: أرسم علاقة بيانية بين $\bar{\theta}$ على المحور الصادي و T على المحور السيني وماذا تستنتج منها ؟

تجربة (2) تحديد مستوى التكاثف الرفعي

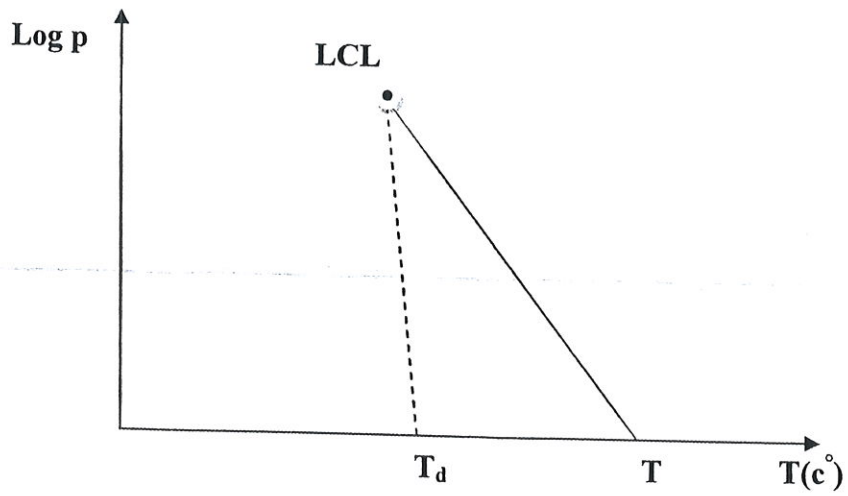
(Determining of lifting condensation level)

الهدف من التجربة :

تعيين مستوى التكاثف الرفعي من المعلومات السطحية لدرجة الحرارة ودرجة نقطة الندى باستخدام مخطط الذاتيات.

الجزء النظري :

يعتبر مستوى التكاثف الرفعي **lifting condensation level (LCL)** من متغيرات الهواء الرطب التي تعتمد على وجود كمية بخار الماء في الهواء. ويعرف بأنه المستوى الذي تبدأ عنده العينة الهوائية بالوصول الى التشبع أذا رفعت من السطح وأنخفضت درجة حرارتها بمعدل التغير الذاتي الجاف Dry adiabatic lapse rate . على هذا الأساس فأن **(LCL)** يعتمد على خواص الهواء عند السطح ولا يعتمد على أي خط شاقولي . وفي بعض الأحيان وخصوصاً عندما يكون الهواء تحت الغيوم غالباً ما تعرف بالطبقة التحت غيمية (subcloud layer) بحالة اضطراب وعدم استقرار فأن **(LCL)** يمكن أعتباره مستوى قاعدة الغيمة .



التحديد البياني لأيجاد موقع LCL

طريقة العمل :

1- حضر معلومات درجة الحرارة ودرجة حرارة نقطة الندى لمستويات ضغطية مختلفة كتلك المدرجة في الجدول رقم (2) .

2- خذ قلم الرصاص وثبت القراءة الأولى لدرجة الحرارة وكذلك درجة حرارة نقطة الندى لكل مستوى ضغطي على مخطط الذاتيات .

3- أصعد من T على طول الخط الأديباتيكي الجاف .

4- أصعد من T_d على طول خط نسبة الخلط المشبعة .

5- عين نقطة الألتقاء المتكونة من الخط الصاعد في الخطوة رقم (3) والخط الصاعد في الخطوة رقم (4) التي تمثل نقطة الـــ (LCL) .

6- عين لنقطة الـ (LCL) أرتفاعه (Z_{LCL}) ومستواه الضغطي(P_{LCL}) ودرجة حرارته(T_{LCL}) .

7- أعد الخطوات السابقة لبقية القراءات المدونة في جدول رقم (2) مدرجاً نتائجك في الجدول نفسه .

810	850	900	950	975	P(mb)
-7.7	-4.4	0.3	5.2	5.5	$T(c^{\circ})$
-4.6	-2.4	-0.9	-0.3	2.3	$T_d(c^{\circ})$
					$Z_{LCL}(m)$
					$P_{LCL}(mb)$
					$T_{LCL}(c^{\circ})$

جدول رقم (2) قيم خصائص مستوى التكاثف الرفعي لمستويات ضغطية مختلفة

المناقشة :

س1: أرسم العلاقة بين $T(c^{\circ})$ على المحور السيني و $Z_{LCL}(m)$ على المحور الصادي ؟

س2: أرسم العلاقة بين $T_d(c^{\circ})$ على المحور السيني و $Z_{LCL}(m)$ على المحور الصادي ؟

س3: ناقش العلاقة بين $Z_{LCL}(m)$ وفصول السنة ؟

تجربة (3) تحديد مستوى الحمل الحر

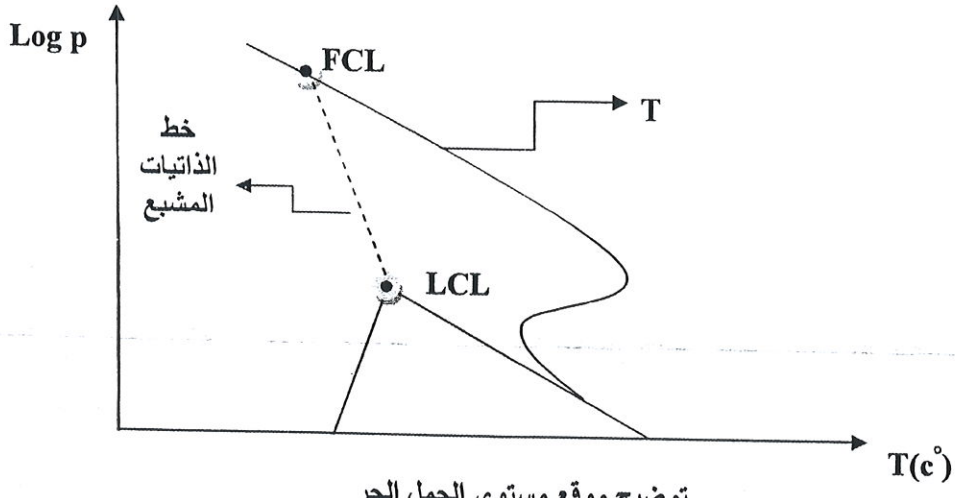
(Determining of free convective level)

الهدف من التجربة :

تعيين مستوى الحمل الحر من نقطة الـ (LCL) ومنحني التوزيع العمودي لدرجات الحرارة على مخطط الذاتيات .

الجزء النظري :

يعرف مستوى الحمل الحر Free convective level (FCL) بأنه المستوى الذي بعده تصبح العينة الهوائية مستقرة وحرة الحركة وتتحرك بتعجيل خارجة عن مستواها الاصلي ، لذا فان العينة لا تحتاج إلى أية قوة تدفعها نحو الأعلى ،أي بمعنى أخر ، عند هذا المستوى تتزن العينة مع محيطها . تحدد نقطة (FCL) على مخطط الذاتيات من نقطة (LCL) وصعوداً مع الخط الذاتي المشبع إلى أن يتقاطع مع منحني التوزيع العمودي لدرجات الحرارة الحقيقية كما هو موضح في الشكل أدناه :



توضيح موقع مستوى الحمل الحر

طريقة العمل :

1- حضر معلومات T مع المستويات الضغطية العليا كالمدرجة في جدول رقم (1) من التجربة الأولى .

2- هيئ نتائج LCL للتجربة السابقة ودونها في جدول رقم (3) .

3- أعد الخطوات العملية الثلاث الأولى من التجربة السابقة للنقطة الأولى .

4- من نقطة LCL وتماشياً مع خط الذاتيات المشبع الى ان يقطع منحني التوزيع العمودي للـ T ، نقطة التقاطع ستمثل FCL .

5- عين لنقطة الـ (FCL) أرتفاعه (Z_{FCL}) ومستواه الضغطي (P_{FCL}) ودرجة حرارته (T_{FCL}) .

6- اعد الخطوات العملية اعلاه للنقاط الباقية مدوناً نتائجك في الجدول رقم (3) أدناه :

					$Z_{LCL}(m)$
					$P_{LCL}(mb)$
					$T_{LCL}(c^{\circ})$
					$Z_{FCL}(m)$
					$P_{FCL}(mb)$
					$T_{FCL}(c^{\circ})$

جدول رقم (3) نتائج قيم (Z_{FCL}) ، (P_{FCL}) ، (T_{FCL}) المشتقة من قيم LCL

المناقشة :

س1: أرسم العلاقة بين $T(c^{\circ})$ على المحور السيني و $Z_{FCL}(m)$ على المحور الصادي ؟ وناقش الرسم ؟

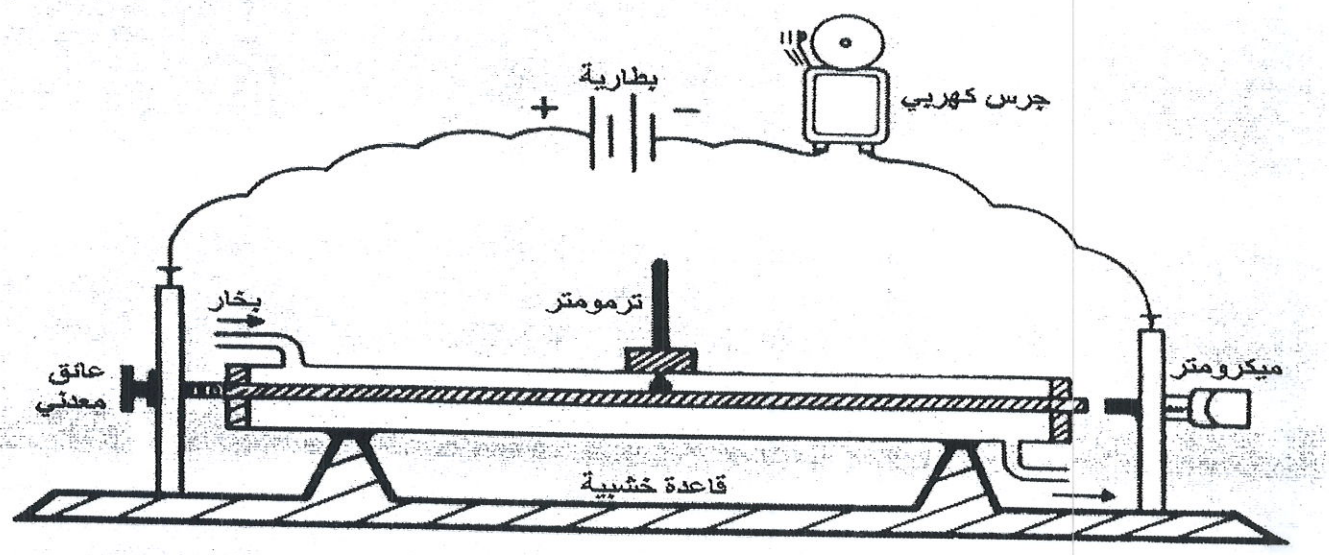
س2: أرسم العلاقة بين $T_d(c^{\circ})$ على المحور السيني و $Z_{FCL}(m)$ على المحور الصادي ؟ وناقش الرسم ؟

س3: وضح تغاير Z_{FCL} مع فصول السنة ؟

تجربة (4) تعيين معامل التمدد الطولي لمعدن

الأجهزة المستخدمة :

جهاز التمدد الطولي يتكون من غلاف عازل(حرارياً) يحيط بقضيب معدني محمول بماسكين مثبتين على قاعدة حديدية ومثبت أيضاً على قاعدته ، بالقرب من أحد طرفيه منظم لولبي ومن الطرف الأخر مايكروميتر يقرأ الى حد (0.01m) كما هو مبين في الشكل (1) ، مسخن كهربائي ، أنبوبة مطاطية ، محرار مدرج لحد ($110\ C^0$) .



شكل رقم (1)

النظرية :

معظم المواد تتمدد عند تسخينها ، فعند تسخين جسم صلد فأن التغير الحاصل في طوله (ΔL) يعتمد على نوع مادته ، وطوله الأصلي ($L_\circ$) وعلى تغير درجة الحرارة (Δt) أي أن :-

$$\Delta L = \alpha\ L_\circ\ \Delta t$$

حيث ثابت التناسب (α) يسمى بمعامل التمدد الطولي وهو الزيادة (التغير) في وحدة الطول الناتجة عن زيادة (تغير) درجة الحرارة درجة مئوية واحدة .

طريقة العمل :

1- تقاس درجة الحرارة الأبتدائية داخل الغلاف ولتكن $t_1\ ^\circ c$

2- يقاس طول القضيب المعدني في درجة $t_\circ$ وليكن $L_\circ = 50\ cm$.

3- يثبت الساق المعدني داخل الغلاف بحيث يكون طرفه الثابت (A) مماساً للولب المثبت بالقاعدة ، ويعد المايكروميتر حتى يمس الطرف الطليق من الساق المعدني . لأجل التأكد من حدوث هذا التلامس ، يربط مصباح كهربائي كما في الشكل (1) .

4- تسجل قراءة المايكروميتر ولتكن ($d_\circ$) ، ثم يفتح المايكروميتر لبعض مليمترات لفسح المجال لتمدد الساق المعدني .

5- يمرر البخار لفترة زمنية مناسبة ، وعند ثبوت درجة الحرارة للمحرار في درجة ($100c^\circ$) أو ما يقرب منها تسجل درجة الحرارة النهائية $t_2\ ^\circ c$

6- يغلق المايكروميتر حتى يمس طرف القضيب فيعطي المصباح ضوءً ، تسجل قراءة المايكروميتر ولتكن (d_1 mm) ، أحسب الزيادة في الطول

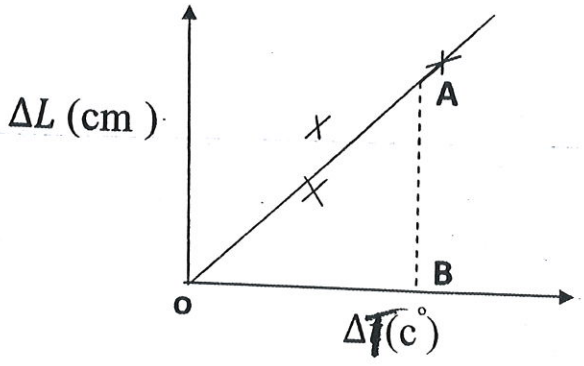
$$\Delta L = d_1 - d_\circ$$

7- تكرر الخطوة السابقة عدة مرات حتى تكون الزيادة في الطول ثابتة وهذا يعني أن القضيب قد وصل حالة الأستقرار الحراري .

8- ترتب النتائج حسب الجدول الأتي :-

$t\,c^\circ$	d (mm)	$\Delta L=(d-d_\circ)$mm	$\Delta L(10^{-1})$ cm	$\Delta T=(T-T_\circ)\,c^\circ$
100				
90				
80				
.				
.				

9- ترسم العلاقة البيانية بين (ΔL (cm على محور الصادات و $\Delta T(c^\circ)$ على محور السينات ثم أستخرج قيمة الميل كما مبين في الشكل (2) :-



$$Slope = \frac{AB}{OB} = \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

10- تحسب قيمة معامل االتمدد الطولي وفق المعادلة التالية :

$$\alpha = \frac{1}{L_\circ} \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

حيث أن الـ $\frac{\Delta L}{\Delta T}$ تمثل ميل الخط المستقيم حسب العلاقة البيانية

$$\therefore \quad \alpha = \frac{1}{L_\circ} \times \text{slope}$$

تقاس (α) بوحدة مقلوب درجة الحرارة ، أي أن :

$$\alpha \quad \text{in } {}^\circ C^{-1}$$